

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-311666

(P2001-311666A)

(43) 公開日 平成13年11月9日 (2001. 11. 9)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード(参考) |
|------------------------------|-------|--------------|-----------------|
| G 0 1 J 3/52 | | G 0 1 J 3/52 | 2 G 0 2 0 |
| G 0 6 T 5/00 | 1 0 0 | G 0 6 T 5/00 | 1 0 0 5 B 0 5 7 |
| H 0 4 N 1/60 | | H 0 4 N 9/64 | R 5 C 0 6 6 |
| 1/46 | | 1/40 | D 5 C 0 7 7 |
| 9/64 | | 1/46 | Z 5 C 0 7 9 |
| 審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 14 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願2000-129925(P2000-129925)

(22) 出願日 平成12年4月28日 (2000. 4. 28)

(71) 出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72) 発明者 飯野 浩一

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 田中 貴也

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72) 発明者 諸原 雄大

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

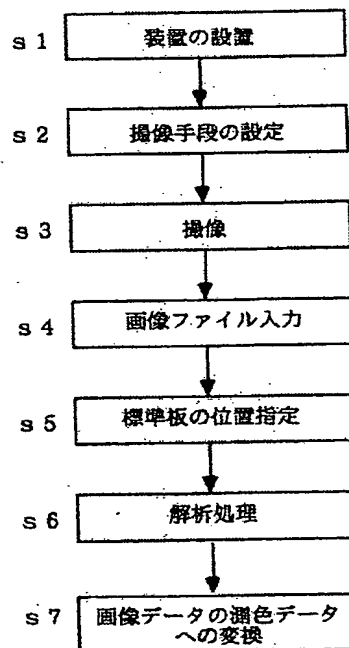
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測色変換係数算出方法と測色画像変換方法、及び、測色変換係数算出装置と測色画像変換装置、並びに、測色変換係数算出プログラム又は測色の撮像プログラムを記録したコンピュータ読み取

(57) 【要約】

【課題】光源の分光特性測定専用の機が不要で、撮像系を用いて低コストで迅速簡便で精度よく光源特性を推定し、撮影された画像データを測色的データへ高精度に変換できる測色変換係数算出方法、変換係数から測色的データを得る測色的撮像方法、及び測色変換係数算出装置と測色的撮像装置、並びに測色変換係数算出又は測色的撮像のプログラムを記録した情報記録媒体を提供。

【解決手段】異なる分光反射率の色票を撮像した画像データから推定した照明光分光特性と、撮像系分光感度特性を用いて画像データを測色値へ変換する変換係数を算出したうえで、分光特性と分光感度特性とを用いて測色値表現する最適解を得ることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 分光反射率が異なる複数の色票を同一の面上に配した標準板を、分光特性を求めたい照明光が照射する空間内の所望する位置に設置し、該標準板の複数の色票を撮像系により撮像した画像データを用いて、該標準板を照射する照明光の分光特性を推定し、推定した該分光特性と撮像系の分光感度特性と被写体の分光特性から、該空間の照明下で撮像された任意の画像データを測色値へ変換する変換係数を算出する方法であって、

(イ) 前記標準板上の各色票に対応する撮像応答値を前記画像データから抽出して目的変数を作成する目的変数作成ステップ；

(ロ) 前記目的変数作成ステップに対してその前後いずれかの順序で、あるいは該目的変数作成ステップと並行して行い、前記照明光の分光特性を特定の次元で表現するための基底関数、前記標準板上の各色票の分光反射率、および前記撮像系の分光感度特性を用いて説明変数を作成する説明変数作成ステップ；

(ハ) 前記目的変数と説明変数とを用いて最適化法を施すことにより、前記標準板を照射する照明光の分光特性を表現する最適解を得る分析ステップ；

(ニ) 前記最適解を、所望する表現形式の分光特性に変換して、前記標準板を照射する照明光の分光特性を表す値を算出する変換ステップ；

によって、前記照明光の分光特性を算出し、次いで、

(ホ) 前記照明光の分光特性を表す値と、前記撮像系の分光感度特性と、被写体の分光特性から第二の説明変数を作成する第二の説明変数作成ステップ；

(ヘ) 前記第二の説明変数作成ステップに対してその前後いずれかの順序で、あるいは該第二の説明変数作成ステップと並行して行い、前記照明光の分光特性を表す値と、人の視感度特性と、被写体の分光特性を用いて第二の目的変数を作成する第二の目的変数作成ステップ；

(ト) 前記第二の目的変数と第二の説明変数とを用いて最適化法を施すことにより、撮像応答値を測色値表現する第二の最適解を得る測色値表現分析ステップ；
以上の(イ)～(ト)を全て具備することを特徴とする測色変換係数算出方法。

【請求項2】 (チ) 前記(ハ)の分析ステップに対してその前後いずれかの順序で、あるいは該分析ステップと並行して行い、照明光の種類を判別し、判別された種類の照明光がもつ分光特性を特定の次元で表現するための基底関数を選択する選択ステップ；

前記(イ)～(ハ)のステップ、及び(チ)のステップを行ない、続いて前記(ニ)～(ト)のステップを行なうことを特徴とする請求項1に記載の測色変換係数算出方法。

【請求項3】 撮影された画像データを測色値画像データ

へ変換する測色画像変換方法であって、

該撮像が行なわれた空間に関わる変換係数は、請求項1又は2のいずれかに記載の測色変換係数算出方法を用いて算出し、該変換の場合には該変換係数を使用し、

(リ) 前記第二の最適解から前記撮像系により撮像した画像データを測色画像データへ変換する変換ステップ；

について、

前記(イ)～(ト)に続いて(リ)のステップを行なうか、

10 前記(イ)～(ト)によって得られた変換係数を取得し(リ)のステップを行なうか、

前記(イ)～(ハ)、(チ)、及び(ニ)～(ト)のステップに続いて(リ)のステップを行なうか、あるいは、

前記(イ)～(ハ)、(チ)、及び(ニ)～(ト)によって得られた変換係数を取得することによって(リ)のステップを行なうこと、

を特徴とする測色画像変換方法。

【請求項4】 空間内の所望する位置を照射する照明光の分光特性を推定し、該空間の照明下で撮影された任意の画像データを測色値に基づくデータへ変換する係数を算出する装置であって、

(ヌ) 分光反射率が異なる複数の色票を同一の面上に配した標準板を前記所望の位置に設置した場合に、該複数の色票を撮像可能であり、その撮像系の入射光に対する分光感度特性が既知であり、且つ撮像された該複数の色票の画像データを記録可能である撮像手段；

(ル) 撮像された前記複数の色票の画像データから、前記照明光の分光特性の推定値を算出する解析手段；

30 (ヲ) 前記照明光の分光特性の推定値、撮像系の入射光に対する分光感度特性、被写体の分光特性、および人の視感度特性とから、撮影された撮像系固有の画像データを測色画像データへ変換する変換係数を算出する変換係数算出手段；以上の(ヌ)～(ヲ)を全て具備することを特徴とする測色変換係数算出装置。

【請求項5】 前記(ル)の解析手段が、請求項1に記載の(イ)～(ニ)のステップに記載された方法によって、又は(イ)～(ハ)及び請求項2に記載の(チ)によって、前記照明光の分光特性の推定値を算出し、

40 前記(ヲ)の変換係数算出手段が、請求項1に記載の(ホ)～(ト)のステップに記載された方法によって変換係数を算出すること、

を特徴とする請求項4に記載の測色変換係数算出装置。

【請求項6】 空間内の所望する位置を照射する照明光の分光特性を推定し、その空間の照明下で撮影された撮像系固有の画像データを測色に基づく値へ変換する係数を算出し、それに従い撮像された画像データを交換する測色画像交換装置であって、

(ヌ) 分光反射率が異なる複数の色票を同一の面上に配した標準板を前記所望の位置に設置した場合に、該複数の

の色票を撮像可能であり、その撮像系の入射光に対する分光感度特性が既知であり、且つ撮像された該複数の色票の画像データを記録可能である撮像手段；

(ル) 撮像された前記複数の色票の画像データから、前記照明光の分光特性の推定値を算出する解析手段；

(ヲ) 前記照明光の分光特性の推定値、撮像系の入射光に対する分光感度特性、被写体の分光特性、および人の視感度特性とから、撮影された撮像系固有の画像データを測色画像データへ変換する係数を算出する変換係数算出手段；

(ワ) 前記変換係数算出手段により算出された係数に従い撮影された撮像系固有の画像データを測色画像データへ変換する画像変換処理手段、
以上の(ヌ)～(ヲ)を全て具備することを特徴とする測色画像変換装置。

【請求項7】 撮像された画像データを測色データへ変換する測色画像変換装置であって、

(カ) 請求項4又は5のいずれかに記載の変換係数算出装置によって算出された変換係数を読み込む変換係数読み込み手段；

(コ) 読み込んだ変換係数を記憶する変換係数記憶手段；

(ク) 撮影系によって撮影された画像データを読み込む撮影データ読み込み手段；

(ケ) 変換係数によって読み込んだ画像データを測色画像データへ変換する変換手段；

(コ) 変換された測色画像データを出力する画像データ出力手段；

以上の(カ)～(ツ)を全て具備することを特徴とする測色画像変換装置。

【請求項8】 請求項1又は2のいずれかに記載の測色変換係数算出方法を実行する際に使用可能な測色変換係数算出プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な情報記録媒体。

【請求項9】 請求項3に記載の測色的撮像方法を実行する際に使用可能な測色的撮像プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、空間内の特定の位置に配した同一平面上の複数の色票をデジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラなどのカメラで撮影することによって得られた画像から、その位置を照射する照明光の分光特性を算出し、画像を測色的に得る測色撮影装置に関する。推定された照明光の分光特性を用いた変換により、例えば、撮影した画像から空間の測色値を求めたり、撮影系の撮像特性固有でない測色的に定義された空間の画像を蓄積したり、同一の照明下で撮影したシーンや被写体の画像データの色や明るさを補正するカラー画像処理や、環境照明の分析を行う環境調査など好適に

利用可能である。

【0002】

【従来の技術】 従来、撮影系により撮影した空間の画像データは、撮影系固有の特性によって記述されるのが一般的である。また、これらの画像データを測色画像データに変換する方法は、およそ以下のような状況であった。

【0003】 (a) ICC [いわゆる International Color Consortiumの略称] のデバイスの色特性記述ファイルを用いて、撮影系固有の画像データを測色画像データに変換する。

(b) また、現実のシーンを撮影した画像の色を、光源の影響を考慮して自動的に演算補正する自動色補正装置。

【0004】 しかしながら、前記(a)や(b)の方法には、それぞれ以下の問題点を有していた。

【0005】 (a) ICCのデバイスの色特性記述ファイルでは、撮影される光源毎にそれら特性記述ファイルが必要とし、照明の条件毎に全ての特性記述ファイルを準備する必要がある。また、このような「色の補正」の為には、シーンがどのような種類の光源で照らされていたかが重要な情報である。撮影されてある画像だけからではそのような情報が得られない為に、一般には、画像補正を行う者が必要なその情報(そのシーンがどのような種類の光源で照らされていたかを示す情報)を測定機等を用いて撮影条件毎に得なければならない必要があった。また、光源の分光特性を得る場合には、一般的に、測定機器として高価、重い、大きい、測定に要する時間が長くなる、測定データを処理する装置との間にインターフェイスを必要とする、といった諸問題があった。また、これらと撮像系との一体化を考慮した場合は、その価格が高くなること、重量が重くなること、サイズが大きくなること、そして需要が乏しいこと(市場規模が小さいこと)、などの観点から普通合理的ではない。

【0006】 また、(b)の色補正装置は、光源の影響を考慮した色補正のための情報を人間が入力することなく行うために、画像から照明光源の種類を自動的に精度良く判別する手段は存在していなかった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は前記従来の技術がもつ問題点に鑑みなされたものであって、専用の光源の分光特性測定機器を必要とせず、撮像系を利用することによって、低コストで簡便・迅速にしかも精度のよく光源の特性を推定し、撮影された画像データを、その照明光の分光特性推定データを利用して、特に、より人間の感覚にマッチするように人間の視感度特性も考慮すべく、人間の視感度特性によって重み付けし、また、撮影対象と同一または類似した種類の不体表面の分光特性データベースを利用することによって、測色的データへ

の変換を可能とする測色変換係数算出方法、これら測色変換係数算出を用いて測色的データを得る測色画像変換方法、及びそれに好適な測色変換係数算出装置と測色画像変換装置、並びに、測色変換係数算出プログラム又は測色画像変換プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な情報記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために本発明が提供する手段は、まず請求項1の発明にあっては、分光反射率が異なる複数の色票を同一の面上に配した標準板を、分光特性を求めたい照明光が照射する空間内の所望する位置に設置し、該標準板の複数の色票を撮像系により撮像した画像データを用いて、該標準板を照射する照明光の分光特性を推定し、この照明光の分光特性と撮像系の分光感度特性から画像データを測色値へ変換する変換係数を算出する方法であって、

(イ) 前記標準板上の各色票に対応する撮像応答値を前記画像データから抽出して目的変数を作成する目的変数作成ステップ；

(ロ) 前記目的変数作成ステップに対してその前後いずれかの順序で、あるいは該目的変数作成ステップと並行して行い、前記照明光の分光特性を特定の次元で表現するための基底関数、前記標準板上の各色票の分光反射率、および前記撮像系の分光感度特性から説明変数を作成する説明変数作成ステップ；

(ハ) 前記目的変数と説明変数とを用いて最適化法を施すことにより、前記標準板を照射する照明光の分光特性を表現する最適解を得る分析ステップ；

(ニ) 前記最適解を、所望する表現形式の分光特性に変換して、前記標準板を照射する照明光の分光特性を表す値を算出する変換ステップ；により、前記照明光の分光特性を算出し、次いで、

(ホ) 前記照明光の分光特性を表す値と、前記撮像系の分光感度特性と、被写体の分光特性をから第二の説明変数を作成するステップ；

(ヘ) 前記第二の説明変数作成ステップに対してその前後いずれかの順序で、あるいは該第二の説明変数作成ステップに並行して行い、前記照明光の分光特性を表す値と、人の視感度特性と、被写体の分光特性から第二の目的変数を作成するステップ；

(ト) 前記第二の目的変数と第二の説明変数とを用いて最適化法を施すことにより、撮像応答値を測色値表現する第二の最適解を得る分析ステップ；以上の(イ)～(ト)を全て具備することを特徴とする測色変換係数算出方法である。

【0009】尚、標準板の分光反射率が異なる複数の色票を配した前記の面は、好ましくは平面である。但し、本発明の目的にある分光特性の推定に関わる精度上、特に問題に成らない程度であれば、必ずしも平面でなくても良い(一部に又は全部に曲面部が存在しても良い)。

また、その面の一部に又は全部に曲面部が存在したとしても、本発明に関わる推定方法のステップの途中か/又は最後で、または推定装置の撮像手段、解析手段、設定手段、あるいはその他に別途付加する手段で、前記の面が平面ではない為に生じる誤差を補正する為のステップ(又は機能)を備えることにより、本発明を好適に適用可能となる。但し、その場合であっても、やはり平面であることの方がより好ましい。というのは、本発明に関わる照明光の分光特性推定方法あるいは分光特性推定装置を適用して実際に具現化したソフトウェアやハードウェアの開発コスト、開発に要する期間、あるいはソフトウェアやハードウェアの製品としての価格などを考慮すると、前記の標準板の分光反射率が異なる複数の色票を配した前記の面は、やはり平面であることの方が経済性の良さや市場競争における競争力の強さをよりいっそう得やすい、等の理由があるからである。

【0010】また、請求項2に記載の発明にあっては、請求項1の測色変換係数算出方法を基本とし、特に、

(チ) 前記(ハ)の分析ステップに対してその前後いずれかの順序で/あるいは並行して行い、照明光の種類を判別し、判別された種類の照明光がもつ分光特性を特定の次元で表現するための基底関数を選択する選択ステップ；前記(イ)～(ハ)及び(チ)のステップを行ない、(ニ)～(ト)のステップを行なうことを特徴とするものである。

【0011】また、請求項3に記載の発明にあっては、撮影された画像データを測色値画像データへ変換する測色画像変換方法であって、該撮像が行なわれた空間に関わる変換係数は、請求項1又は2のいずれかに記載の測色変換係数算出方法を用いて算出し、該変換の場合には該変換係数を使用し、

(リ) 前記第二の最適解から前記撮像系により撮像した画像データを測色画像データへ変換する変換ステップ；について、前記(イ)～(ト)に続いて(リ)のステップを行なうか、前記(イ)～(ト)によって得られた変換係数を取得し(リ)のステップを行なうか、前記(イ)～(ハ)、(チ)、及び(ニ)～(ト)のステップに続いて(リ)のステップを行なうか、あるいは、前記(イ)～(ハ)、(チ)、及び(ニ)～(ト)によって得られた変換係数を取得することによって(リ)のステップを行なうこと、を特徴とする測色画像変換方法である。

【0012】また、請求項4の発明にあっては、空間内の所望する位置を照射する照明光の分光特性を推定し、その空間の照明下で撮影された撮像系固有の画像データを測色に基づく値へ変換する係数を算出する装置であって、

(ヌ) 分光反射率が異なる複数の色票を同一の面上に配した標準板を前記所望の位置に設置した場合に、該複数の色票を撮像可能であり、その撮像系の入射光に対する

10

20

30

40

50

分光感度特性が既知であり、且つ撮像された該複数の色票の画像データを記録可能である撮像手段；

(ル) 撮像された前記複数の色票の画像データから、前記照明光の分光特性の推定値を算出する解析手段；

(ヲ) 前記照明光の分光特性の推定値、撮像系の入射光に対する分光感度特性、被写体の分光特性、および人の視感度特性とから、撮影された撮像系固有の画像データを測色画像データへ変換する係数を算出する変換係数算出手段；以上の(ヌ)～(ヲ)を全て具備することを特徴とする測色変換係数算出装置である。

【0013】また、請求項5に記載の発明にあっては、請求項4の測色変換係数算出装置を基本とし、特に、前記(ル)の解析手段が、請求項1に記載の(イ)～(二)のステップに記載された方法によって、又は(イ)～(ハ)及び請求項2に記載の(チ)によって、前記照明光の分光特性の推定値を算出し、前記(ヲ)の変換係数算出手段が、請求項1に記載の(ホ)～(ト)のステップに記載された方法によって変換係数を算出すること、を特徴とするものである。

【0014】また、請求項6に記載の発明にあっては、特に、空間内の所望する位置を照射する照明光の分光特性を推定し、その空間の照明下で撮影された撮像系固有の画像データを測色に基づく値へ変換する係数を算出し、それに従い撮像された画像データを変換する測色画像変換装置であって、

(ヌ) 分光反射率が異なる複数の色票を同一の面上に配した標準板を前記所望の位置に設置した場合に、該複数の色票を撮像可能であり、その撮像系の入射光に対する分光感度特性が既知であり、且つ撮像された該複数の色票の画像データを記録可能である撮像手段；

(ル) 撮像された前記複数の色票の画像データから、前記照明光の分光特性の推定値を算出する解析手段；

(ヲ) 前記照明光の分光特性の推定値、撮像系の入射光に対する分光感度特性、被写体の分光特性、および人の視感度特性とから、撮影された撮像系固有の画像データを測色画像データへ変換する係数を算出する変換係数算出手段；

(ワ) 前記変換係数算出手段により算出された係数に従い撮影された撮像系固有の画像データを測色画像データへ変換する画像変換手段、以上の(ヌ)～(ヲ)を全て具備することを特徴とする測色画像変換装置である。

【0015】また、請求項7に記載の発明にあっては、請求項4又は5のいずれかに記載の撮像系の画像データを測色値へ変換する測色変換係数算出装置によって得た変換係数を用いて、撮像系により撮影された画像データを測色画像データへ変換する装置であって、

(カ) 請求項4、または5に記載の変換係数算出装置によって算出された変換係数を読み込む変換係数読み込み手段；

(コ) 読み込んだ変換係数を記憶する変換係数記憶手

段；

(タ) 撮像系によって撮影された画像データを読み込む撮影データ読み込み手段；

(ソ) 変換係数によって読み込んだ画像データを測色画像データへ変換する変換手段；

(ツ) 変換された測色画像データを出力する画像データ出力手段；以上の(カ)～(ツ)を全て具備することを特徴とする測色画像変換装置である。

【0016】また、請求項8に記載の発明にあっては、請求項1又は2のいずれかに記載の測色変換係数算出方法を実行する際に使用可能な測色変換係数算出プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な情報記録媒体である。

【0017】また、請求項9に記載の発明にあっては、請求項3に記載の測色的撮像方法を実行する際に使用可能な測色的撮像プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な情報記録媒体である。

【0018】＜作用＞本発明によれば、まず請求項1又は2に示す変換係数算出方法、あるいは請求項4又は5に示す変換係数算出装置によって、空間内の測定対象とする位置に標準板を設置し、空間内の測定点とする位置から撮像手段を用いて標準板を撮影することによって得られる画像データを、解析手段において、照明光の分光特性を特定の次元で表現するための基底関数と撮像手段の撮像特性データと標準板の各色票表面の分光反射率データとに基づいて解析することにより、空間内の測定対象とする位置の照明光の分光特性データを得たうえで、この照明光の分光特性と、撮像系の分光感度特性と、被写体の分光特性と、人間の視感度特性とから、撮像系によって得られた画像データを測色画像データへ変換する変換係数を変換係数算出手段により算出することができる。被写体並びに人間の視感度特性に重みをおいた変換係数によって被写体のより正確な測色値画像への変換が可能となる。

【0019】また、請求項3に示す測色的撮像方法や請求項6に示す測色的撮像装置によって、請求項1又は2のいずれかの撮像系の画像データを測色値へ変換する測色変換係数算出方法、あるいは請求項4又は5のいずれかに示す測色変換係数算出装置によって得られた変換係数を用いて、撮像系により撮影された画像データを測色画像データへ画像変換処理手段により変換することができる。この測色画像データは撮像系固有の特性によらず、色が定義されたデータとなり、測色的な取り扱いが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】＜1. 構成＞以下、本発明に関わる装置構成について例示し、図面を参照しつつより詳細に説明する。

【0021】図1は本発明の一実施形態に係わる測色的撮像装置の構成を示す説明図である。同図において、1

は標準板であり、空間内の測定対象位置に撮像手段の方向へ前記色票の面を向けて設置する。その表面上には、分光反射率がそれぞれ異なる（例えば）合計24個の色票を配列している。尚、それぞれの色票の表面の反射特性は、拡散性が高く、同一色票内ではその拡散性及び反射率が実質一様であるように作成してある。

【0022】また、2はデジタルスチルカメラ（以下、デジタルカメラと呼ぶ）である。ここでは、RGBの3チャンネルの光センサーが検出した電位信号を処理して、各画素のRGB階調値をカラー画像データとして画像ファイル記録する撮像手段と、撮像手段の露光条件であるシャッタースピードと絞り値を制御して各露光条件を画像データと共に画像ファイルに記録する設定手段とを兼ね備えたデジタルカメラである。

【0023】また、3は撮像手段で得られた標準板の画像ファイルを入力・解析して、照明光の分光特性データとして、（例えば）波長域380～780nmの範囲にわたり5nm間隔で合計81個ぶんの分光分布のデータを出力する解析手段であり、計算機（コンピュータ）が用いられる。

【0024】また、撮像された画像ファイルは3の計算機によって、撮像系固有の画像データから測色データへ変換される。

【0025】<2. 動作>

2-1. 全体動作

以下、本発明に関わる測色的撮像方法や測色的撮像装置の一例について、図面を参照しつつ、全体の処理のステップあるいは全体の動作について説明する。

【0026】図2は、本実施形態に係わる測色的撮像装置を用いた全体の動作フローを示すブロック図である。

【0027】（ブロック図のs1）ユーザが、標準板1を測定対象位置に設置し、デジタルカメラ2をデジタルカメラ2の撮像範囲内で標準板1が適切な大きさに撮像されるような測定位置に設置し、標準板1の法線方向とデジタルカメラ2の撮像系の光軸とが一致するように標準板1とデジタルカメラ2の方向を調整する。

【0028】（ブロック図のs2）ユーザが、標準板1の表面から反射する光がデジタルカメラ2の適性露光範囲に収まるようにデジタルカメラ2の露光条件であるシャッタースピードと絞り値を設定する。

【0029】（ブロック図のs3）ユーザが、デジタルカメラ2のシャッターを切り、デジタルカメラ2が、撮像を行い、画像データと露光条件を画像ファイルに記録する。また、同様の手順により同一照明下で撮影の本来の目的となる空間を撮影し、画像ファイルに記憶する。

【0030】（ブロック図のs4）ユーザが、デジタルカメラ2に記録された画像ファイルを計算機3へ入力する。

【0031】（ブロック図のs5）ユーザが、計算機3のモニターへ標準板1を含む画像ファイル中の画像デー

タを表示させ、観察して、画像内の標準板1が占めている位置を指定する。

【0032】（ブロック図のs6）計算機3は、照明光の分光分布を特定の次元で表現するための基底関数と、デジタルカメラ2の撮像特性データ（階調特性、分光感度特性、適正応答範囲）と、標準板1の各色票面の分光反射率データとに基づいて、画像ファイル内に記録された標準板の画像データと、画像ファイル内に記録された標準板撮像時のデジタルカメラ2の露光条件とに対応して解析処理を施し、標準板1を照射した照明光の分光分布データを出力する。その後、この照明光の分光分布データと、予め得て計算機内に記憶させておいたデジタルカメラ2の分光感度特性を記述したデータと、予め得て計算機内に記憶させておいた被写体の分光特性データより被写体と同一または類似した種類の物体の分光特性及び人間の視感度特性とから解析処理を施し、デジタルカメラ2で得た画像データを測色データへ変換する測色変換係数を算出する。

【0033】（ブロック図のs7）計算機3が、解析処理で計算された測色変換係数に基づき、s4で入力したデジタルカメラ2からの画像ファイルの画像データを測色データへ変換する。

【0034】尚、上記s1～s7は、部分的に又は全体的に、ユーザー（人間）の作業によるのではなく、自動で処理することも可能である。省力化や迅速化の為には一般にその方が好ましい。また、s4では一度に撮影した画像データ全てを計算機3に入力したが、s4では測色変換係数を得るための標準板1を撮影した画像データのみを入力し、s7の段階で残る撮影した画像データ全てを計算機3に入力してもよい。

【0035】2-2. 解析処理

以下、本発明に関わる測色画像変換方法あるいは測色画像変換装置の一例について、デジタルカメラ2に固有な画像データから測色画像データへ変換する係数を算出する解析処理について、図3のフローチャートに基づいて説明する。

【0036】（フローチャートのs8）デジタルカメラで標準板を含むシーンを撮影した画像データが記載されたファイルを、通信線で接続されたデジタルカメラから入力し、計算機3へ記録する。

【0037】（フローチャートのs9）標準板の画像データをモニターへ表示し、撮影された画像内の標準板の位置をユーザに指定させ、この指定位置より特定される各色票内の中心付近の一定領域の画素について（例えば）3チャンネル（R、G、B）それぞれの平均値を計算し、（例えば）24個の色票に対応した階調値；

g_{rj} 、 g_{gj} 、 g_{bj} （j：色票番号）

から成る（例えば）全72個の階調値データを得る。

尚、チャンネルは前記（R、G、B）の3チャンネルが最も一般的である。

【0038】（フローチャートのs10）全色票に対応した（例えば）3×24個の階調値データから、あらかじめ記録してあるデジタルカメラ2の適正応答範囲内にないデータn0個を除き、全部でn個（=（72-n0）個）の階調値データを得る。

【0039】（フローチャートのs11）デジタルカメラ2への入射光のエネルギー量とデジタルカメラ2が出力する階調値との非線形な関係を関数F（x）としてあらかじめ記録した階調特性データによって、n個の階調値データを、エネルギー量に線形で0～1に標準化された線形階調値データ；

【0040】

【数1】

$$e_{ij} = F^{-1}(g_{ij})$$

【0041】（ここで i：チャンネル（R，G，B）， j：色票番号）へ変換する。

【0042】（フローチャートのs12）標準板を撮影した際にデジタルカメラで設定した露光条件であるシャッタースピード（t）と絞り値（f）とを、画像データが記録されたファイルから読み込み、n個の線形階調値データをこれらの露光条件によりシャッタースピード1あたりかつ絞り値1あたりの階調値に標準化し、応答値データ

【0043】

【数2】

$$R_{ij} = \frac{f^2}{t} \cdot e_{ij}$$

【0044】とし、これらをn次元の1列の応答値ベクトル

*30

*【0045】

【数3】

$$r = \begin{bmatrix} r_{R,1} \\ r_{G,1} \\ r_{B,1} \\ r_{R,2} \\ \vdots \\ r_{B,24} \end{bmatrix}$$

【0046】で表す。

【0047】（フローチャートのs13）あらかじめ記録してある、デジタルカメラ2の入射光の分光エネルギー（例えば）波長域380～780nmの範囲で5nm間隔に対する応答値の関係を記述した3チャンネルそれぞれの分光感度特性データ；

c_i（λ）

と、標準板上の全色票の分光反射率をやはり380～780nmの範囲で5nm間隔で記述した24個の分光反射率データ；

s_j（λ）

と、照明光の分光分布をd次元で表現するためのd個の基底関数；

b_k（λ）

とから、n行×d列の説明変数行列；

【0048】

【数4】

T

【0049】を次のように作成する。

【0050】

【数5】

$$T = \begin{bmatrix} 5C_R(\lambda_1) & S_1(\lambda_1) & 5C_R(\lambda_2) & S_1(\lambda_2) & \dots & 5C_R(\lambda_{31}) & S_1(\lambda_{31}) \\ 5C_G(\lambda_1) & S_1(\lambda_1) & 5C_G(\lambda_2) & S_1(\lambda_2) & \dots & 5C_G(\lambda_{31}) & S_1(\lambda_{31}) \\ 5C_B(\lambda_1) & S_1(\lambda_1) & 5C_B(\lambda_2) & S_1(\lambda_2) & \dots & 5C_B(\lambda_{31}) & S_1(\lambda_{31}) \\ 5C_R(\lambda_1) & S_2(\lambda_1) & 5C_R(\lambda_2) & S_2(\lambda_2) & \dots & 5C_R(\lambda_{31}) & S_2(\lambda_{31}) \\ 5C_G(\lambda_1) & S_2(\lambda_1) & 5C_G(\lambda_2) & S_2(\lambda_2) & \dots & 5C_G(\lambda_{31}) & S_2(\lambda_{31}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 5C_B(\lambda_1) & S_{24}(\lambda_1) & 5C_B(\lambda_2) & S_{24}(\lambda_2) & \dots & 5C_B(\lambda_{31}) & S_{24}(\lambda_{31}) \end{bmatrix} B$$

【0051】

※ ※ 【数6】

$$B = \begin{bmatrix} b_1(\lambda_1) & b_2(\lambda_1) & \dots & b_d(\lambda_1) \\ b_1(\lambda_2) & b_2(\lambda_2) & \dots & b_d(\lambda_2) \\ b_1(\lambda_3) & b_2(\lambda_3) & \dots & b_d(\lambda_3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_1(\lambda_{31}) & b_2(\lambda_{31}) & \dots & b_d(\lambda_{31}) \end{bmatrix}$$

【0052】λ： 波長（λ₁， λ₂， λ₃， …， 50 …， λ₃₁）

13

B: 各列が基底関数 $b_i(\lambda)$ を示す基底関数ベクトル (81行×d列)

【0053】(フローチャートのs14) 照明の分光分布をd個の基底関数;

$b_i(\lambda)$

の線形結合で表すためのd個の重み係数から成る重みベクトルを

【0054】

【数7】

$$\mathbf{w}$$

【0055】とすると、応答値ベクトル;

【0056】

【数8】

$$\mathbf{r}$$

【0057】は、

【0058】

【数9】

$$\mathbf{r} = \mathbf{T}\mathbf{w}$$

【0059】と表わすことができることから、説明変数;

【0060】

【数10】

$$\mathbf{T}$$

【0061】に対して、応答値ベクトル;

【0062】

【数11】

$$\mathbf{r}$$

【0063】を目的変数とした線形重回帰分析を施し、得られた偏回帰係数を重みベクトル

【0064】

【数12】

$$\mathbf{w}$$

【0065】とする。但し、照明の分光分布を基底関数の線形結合で表すための次数dは、適正応答範囲内の応答値の数nより小さくしなければならない。

【0066】(フローチャートのs15) d個の基底関数を収めた基底関数行列;

【0067】

【数13】

$$\mathbf{B}$$

【0068】とd次元の重みベクトル

【0069】

【数14】

$$\mathbf{w}$$

14

【0070】とにより、

【0071】

【数15】

$$\mathbf{e} = \mathbf{B}\mathbf{w}$$

【0072】を計算し、未知であった照明光の分光分布データを、380~780nmの範囲の5nm間隔で合計81個の分光分布の推定値を対角に収めた81行×81列対角行列ベクトル

10 【0073】

【数16】

$$\mathbf{E}$$

【0074】を作成する。

【0075】(フローチャートのs16) 波長域380~780nmの範囲で5nm間隔で記述したCIE1931の2°視野の標準観測者の等色関数;

【0076】

【数17】

20

$$x(\lambda)$$

$$y(\lambda)$$

$$z(\lambda)$$

【0077】から等色関数行列;

【0078】

【数18】

$$\mathbf{C}_i$$

【0079】を次のように作成する。

【0080】

【数19】

30

$$\mathbf{C}_i = \begin{bmatrix} x(\lambda_1) & x(\lambda_2) & \cdots & x(\lambda_{81}) \\ y(\lambda_1) & y(\lambda_2) & \cdots & y(\lambda_{81}) \\ z(\lambda_1) & z(\lambda_2) & \cdots & z(\lambda_{81}) \end{bmatrix}$$

【0081】(フローチャートのs17) デジタルカメラ2の分光感度特性データ;

$C_i(\lambda)$

からカメラ分光感度行列;

40

【0082】

【数20】

$$\mathbf{C}_c$$

【0083】を次のように作成する。

【0084】

【数21】

$$C = \begin{bmatrix} C_R(\lambda_1) & C_R(\lambda_2) & \cdots & C_R(\lambda_{s1}) \\ C_G(\lambda_1) & C_G(\lambda_2) & \cdots & C_G(\lambda_{s1}) \\ C_B(\lambda_1) & C_B(\lambda_2) & \cdots & C_B(\lambda_{s1}) \end{bmatrix}$$

【0085】（フローチャートのs18）被写体の分光反射率特性データベースより撮影された被写体と同一、または、類似している物体のデータを選択し、これらのデータを読み出す。

【0086】読み出された被写体の分光反射率特性データ；

$O_n(\lambda)$ 、ここで $n \geq 3$

に従って、被写体分光反射率特性データ行列

* 【0087】

【数22】

10 【0088】を次の様に作成する。但し、被写体の分光特性データは3つ以上を用いなければならない。

【0089】

【数23】

$$O = \begin{bmatrix} O_1(\lambda_1) & O_R(\lambda_2) & \cdots & O_R(\lambda_{s1}) \\ O_2(\lambda_1) & O_G(\lambda_2) & \cdots & O_G(\lambda_{s1}) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ O_n(\lambda_1) & O_n(\lambda_2) & \cdots & O_n(\lambda_{s1}) \end{bmatrix}$$

【0090】（フローチャートのs20）また、 3×3 の重み係数からなる重みベクトルを

【0091】

【数24】

M

【0092】とすると、デジタルカメラ2の分光感度特性と、推定された照明の分光特性と、被写体の分光特性を特定の次元で表現する基底関数と、標準観測者の等色関数の関係は、

【0093】

【数25】

$$C \cdot \hat{E}O = MC \cdot \hat{E}O$$

【0094】と、表わすことができるから、等色関数行列と推定された照明の分光特性を収めた行列から、

【0095】

【数26】

$$C \cdot \hat{E}O$$

【0096】を第二の目的変数行列として作成する。

40

【0097】（フローチャートのs21）デジタルカメラ2の分光感度特性を収めた行列と、推定された照明の分光特性を収めた行列と、被写体の分光特性を収めた行列から第二の説明変数行列である

【0098】

【数27】

$$C \cdot \hat{E}O$$

【0099】を作成する。

【0100】（フローチャートのs22）線形重回帰分析を施し、 3×3 の重み係数からなる重みベクトル

50

【0101】

【数28】

M

【0102】を得る。

【0103】2-3. 画像変換処理

以下、本発明に関わる測色的撮像方法あるいは測色的撮像装置の一例について、解析処理で計算された測色交換係数である 3×3 の重み係数からなる重みベクトル

30 【0104】

【数29】

M

【0105】を用い、デジタルカメラ2からの画像ファイルの画像データを測色データへ変換する画像変換処理について図4のフローチャートに基づいて説明する。

【0106】（フローチャートのs23）デジタルカメラ2からの画像ファイルの3チャンネル（R, G, B）の画像データを、

【0107】

【数30】

$$d_{ro}, d_{go}, d_{bo}$$

【0108】（ここで、 o ：画素番号）とすると、入射光のエネルギー量とデジタルカメラ2の出力階調値の関係を記述した関数 $F(x)$ を用い、画像データを、エネルギー量に線形で0~1に標準化された線形画像データ；

【0109】

【数31】

$$e_{io} = F^{-1}(g_{io})$$

【0110】（ここで i ：チャンネル（R, G,

17

B), o:画素番号)へ変換する。

【0111】(フローチャートのs24)測色変換係数を記述した測色変換ベクトル

【0112】

【数32】

M

【0113】を用いて、線形画像データを測色データ;

【0114】

【数33】

$$\begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} L_{ro} \\ L_{go} \\ L_{bo} \end{bmatrix}$$

【0115】を得る。

【0116】<3. 変形例>以上本発明に関わる推定方法及び推定装置について例を挙げてその実施形態を説明したが、それ以外にも例えば次のような変形例も考えられる。

【0117】(a)解析手段が出力する照明光の分光特性データとしては、分光分布データである必要はなく、分光特性に対応するその他の値もしくは分光分布データから計算される値でも好ましい。

(b)解析手段において、標準板を撮影した際の露光条件を使用しなくても、照明光の相対的な分光特性を解析し、出力することも好ましい。

【0118】(c)色票によっては撮像応答値が撮像系の適正な応答範囲にない場合があるが、同一の撮像手段によって異なる露光条件で撮像した異なる撮像応答値を解析手段で適切に利用することも好ましい。

(d)標準板上の色票の数、照明の分光分布を基底関数で表すための次数、扱う全ての分光データの波長範囲、扱う全ての分光データの波長間隔などは固定ではなく、適正な推定精度を得られる範囲内であれば、必要に応じて選択することも好ましい。

(e)標準板上の色票の分光反射率の組み合わせは、用途や目的に応じて推定精度を高めるために最適化することも好ましい。

【0119】(f)固定した露光条件により撮像する場合には、解析手段において露光条件による標準化の補正を、敢えて施さないことも好ましい。

【0120】(g)解析手段において、露光条件による標準化の補正は、撮像応答値ではなく説明変数の方に施すことも好ましい。

(h)解析手段において、CIE1931の2°視野標準観測者の等色関数の代わりに、CIE1964の10°視野補助標準観測者の等色関数を用いることも好ましい。

(i)標準板の画像データには撮像系のノイズ成分が含

18

まれている。その為、解析手段の中に、色票部をサンプリングした後の各種分析値から又は画像データから、ノイズ成分を除去(若しくは低減)する処理を組み込んでおくことも好ましい。

【0121】(j)解析手段において、入力する露光条件は、画像データを含むファイルから入力するのではなく、デジタルカメラから露光条件を直接入力するか、あるいはユーザが入力する、という事も好ましい。

(k)解析手段において、使用する標準板の指定位置の情報をユーザが入力する事を必要とせず、画像データを自動的に分析し標準板の指定位置を検出する処理を行なうよう機能を解析手段の中へ組み込むことも好ましい。

(l)解析手段は、必ずしも電子計算機(コンピュータ)を用意しなくても、独立した専用の装置を設けたり、あるいはマイコンをデジタルカメラの中に撮像系と一体で組み込んでおくことも好ましい。

【0122】(m)画像変換手段は、必ずしも解析手段に用いた電子計算機(コンピュータ)によって行なう必要はなく、この画像変換は別の計算機によって行なっても良いし、これら変換機能を独立した専用の装置を設けたり、デジタルカメラの中に撮像系と一体で組み込んでおくことも好ましい。

【0123】(n)撮像系は、必ずしもデジタルスチルカメラではなくてもよく、例えばデジタルビデオカメラか又はフィルム撮影用カメラと、イメージスキャナとを組み合わせるなど、画像データを取得できる技術であるならばデジタルスチルカメラ以外の機器を利用することも好ましい。

【0124】(o)設定手段として挙げた前記の例は、撮像手段と一体となったデジタルカメラであるが、必ずしも設定手段が撮像手段と一体に組み立てられている必要はなく、撮像手段以外の部分、例えば電子計算機に装備されていることも好ましい。

【0125】(p)前記の例では、回帰分析としては線形な重回帰分析を挙げているが、例えば、照明光の分光特性が基底ベクトルと非線形な関係にある場合や、解析手段において画像のデータに線形化をほどきない場合などには、適宜、非線形な回帰分析を行うことが好ましい場合もある。

(q)本実施例において行う回帰分析では、標準板上の各色票に対する撮像系の各チャンネルの応答値の重みを一様に扱っているが、例えば、撮像系の特定の応答値が照明光の分光特性と相関が低いような場合には、標準板上の色票や撮像系のチャンネルによって異なる重みを置いた回帰分析を行うことも好ましい。

【0126】(r)照明光の分光特性を特定の次元で表現するための基底関数については、解析手段が、異なる複数の光源の種類毎にそれぞれ異なる基底関数を保持しておき、推定誤差などを利用して光源の種類を適切に選択する機能も備えておくことによって、その選択結果に

対応した、より適切な基底関数を用いて照明光の分光特性を推定できるようにすることも好ましい。

【0127】(s) 上記変形例(r)に示した「光源の種類を適切に選択する機能」を備えておく場合、解析手段が出力する照明光の分光特性データとしては、「光源の種類を適切に選択する機能」が同定する光源の種類であってもよい。

【0128】(t) 被写体の分光特性については、データベースより被写体の種類に応じて手作業にて選択することや、また、画像認識方法を用いて自動的に被写体の種類を判別し、自動的にデータベースから必要なデータを抽出してもよい。

(u) 被写体の分光特性は3以上あればよく、効率的に計算を行わせるためには被写体の分光特性は3に限定して計算してもよい。

(v) 被写体の分光特性は3以上あればよく、全てを対象にするような一般的な変換係数を求めるためには、被写体の分光特性データベース全てを用いて計算してもよい。

【0129】(w) 被写体の分光特性の選択方法として、対象となりうる分光特性からステップワイズ法等により統計的に最適な分光特性を選択する方法を用いてもよい。

(x) 植物を撮影し枝葉より花の色再現が重要になる等、撮影された被写体の中で特に色再現に重みを置く物体がある場合には、重みを置く物体に関するデータを多く取り込み、他の被写体は少なくする等、色再現の優先順位に応じて選択する被写体のデータに重みをつけることも好ましい。

(y) 被写体の分光特性データベースは、植物-花-カーネーション、チュウリップ、ひまわり等のようにカテゴリーを樹木構造に持ち、被写体の分光特性の選択時には必要なカテゴリー以下を全て含めるように、また、必要なカテゴリーだけを選択できるようにすることも好ましい。

(z) 被写体の分光特性データベースは、例えば、花、緑、肌、空、海、自然物体、絵画、写真、印刷物等のカ

* テゴリー毎に分類して、それぞれのセットとしてデータを持たせ、それらを単独で用いてもよいし、複数を組み合わせて持たせてもよい。

【0130】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、空間内の測定対象とする位置に標準板を設置し、空間内の測定点とする位置から撮像手段を用いて標準板を撮影することによって得られる画像を、照明光の分光特性を特定の次元で表現するための基底関数、撮像手段の撮像特性データ、及び標準板の各色票表面の分光反射率データ、に基づいて解析することにより、空間内の測定対象とする位置の照明光の分光特性を推定し、撮像手段を用いて得られた画像データを測色データへ変換できる測色変換係数を算出し、前記の画像データを測色データへ変換できる。ここで、測色データへ変換する際に、人の視感度特性の影響も上手く重み付けされ、また、撮影対象の被写体の分光特性も上手く重み付けされる為、得られた測色データの精度の良さは信頼性の高いものとなる。そして、これによって前記のような専用の照明光の分光特性測定機器を敢えて用いることも無く、撮像で得られた画像データを測色データへ変換する方法および装置を提供することが出来た。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に関わる測色的撮像装置の一例について、その概略構成を模式的に示す説明図。

【図2】本発明に関わる測色的撮像装置の一例について、その全体の動作を説明するフローチャート。

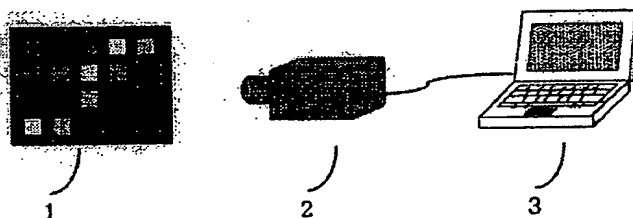
【図3】本発明に関わる測色的撮像装置の一例について、解析手段が行う処理を説明するフローチャート。

【図4】本発明に関わる測色的撮像装置の一例について、画像変換処理手段が行う処理を説明するフローチャート。

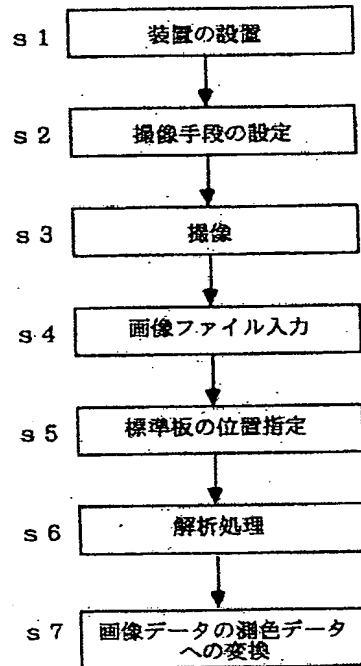
【符号の説明】

- 1・・・標準板
- 2・・・撮像手段(デジタルカメラ)
- 3・・・解析手段(電子計算機)

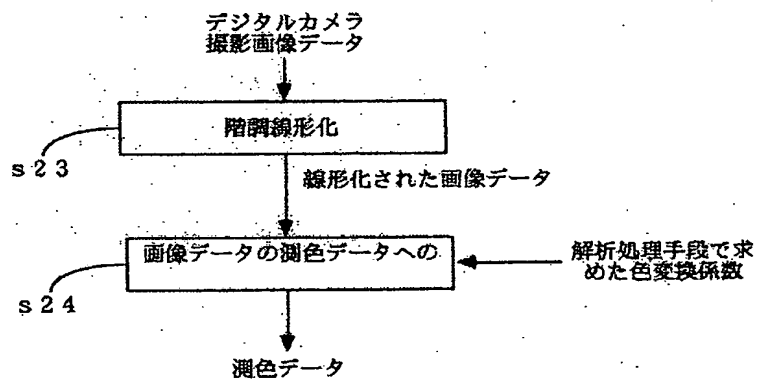
【図1】



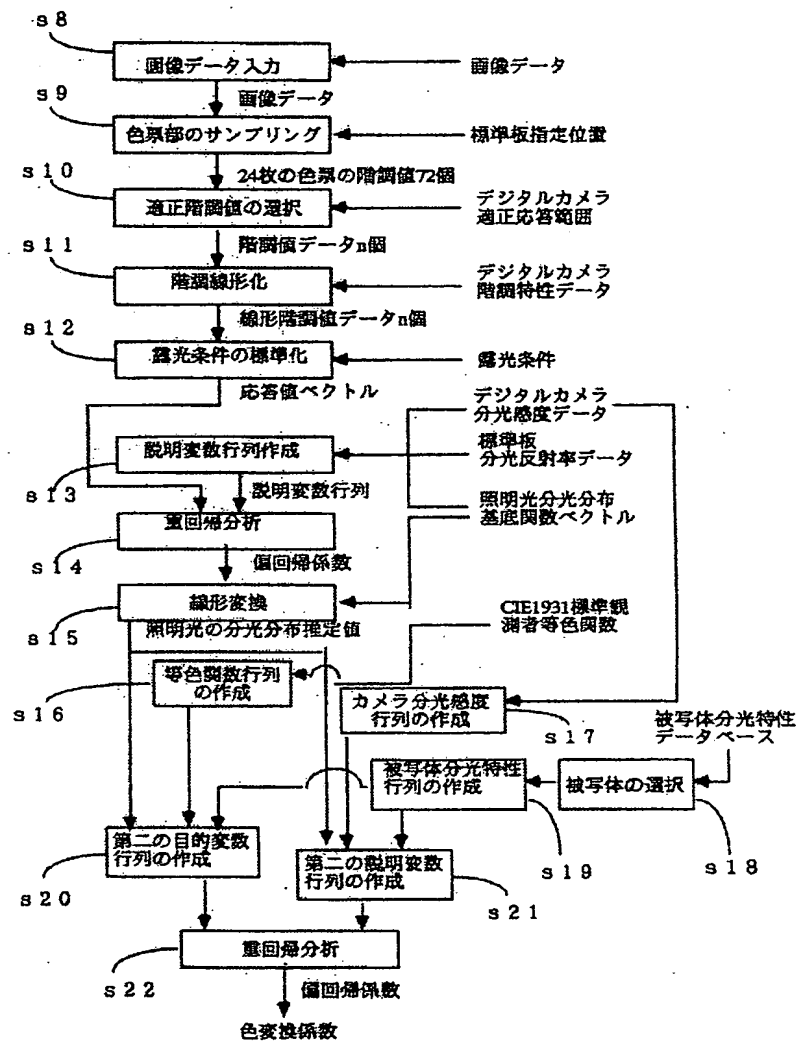
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

- (72)発明者 長谷川 隆行
 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印
 刷株式会社内
- (72)発明者 草野 英夫
 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印
 刷株式会社内

F ターム(参考) 2G020 AA08 DA13 DA22 DA34 DA65
5B057 AA01 BA02 BA19 BA24 CA01
CA08 CA12 CA16 CB01 CB08
CB12 CB16 CC01 CE17
5C066 AA01 AA03 AA15 CA01 CA17
EC01 EE01 GA01 GA21 GA35
HA03 KM01 KM10
5C077 LL11 MM27 MP08 PP37 PP72
PQ12 SS01 TT09
5C079 HA16 HB07 JA12 LA23 LB01
MA10 NA03

- (54)【発明の名称】 測色変換係数算出方法と測色画像変換方法、及び、測色変換係数算出装置と測色画像変換装置、並びに、測色変換係数算出プログラム又は測色的撮像プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な情報記録媒体